

Principales enfermedades fúngicas del caqui en España

Descripción y bases para el control de enfermedades de campo y poscosecha

Las enfermedades causadas por hongos constituyen uno de los principales problemas fitosanitarios del caqui (*Diospyros kaki*) en España, propiciadas por el aumento exponencial en la superficie de cultivo y la escasa diversidad varietal. En campo, la enfermedad más importante es la mancha foliar, causada por *Plurivorosphaerella na-*

wae, que induce defoliación y caída anticipada de los frutos. Su control depende de una adecuada programación de los tratamientos fungicidas. En algunos casos, los hongos del suelo *Rosellinia necatrix* y *Armillaria* pueden causar también daños de importancia y la incidencia de las enfermedades de poscosecha también ha aumentado.

Antonio Vicent¹, José L. Mira¹, Verònica Taberner², Lluís Palou².

¹ Centre de Protecció Vegetal i Biotecnologia.

² Laboratori de Patologia, Centre de Tecnologia Postcollita (CTP), Institut Valencià d'Investigacions Agràries (IVIA), Valencia.



Foto 1. Síntomas de la mancha foliar causada por *Plurivorosphaerella nawae* (\equiv *Mycosphaerella nawae*) en caqui Rojo Brillante.

Las nuevas tecnologías de poscosecha para eliminar la astringencia del fruto y evitar los daños por frío han permitido prolongar la conservación frigorífica y alargar la campaña de comercialización, pero con un aumento considerable de la incidencia de enfermedades de poscosecha. En general se trata de patógenos que inician su ciclo en campo, mayoritariamente a partir de infecciones latentes.

La enfermedad de poscosecha más importante es la mancha negra, causada por *Alternaria alternata*, que se caracteriza por la aparición de lesiones necróticas bajo el cáliz o en cualquier punto de la superficie de la piel del fruto. Su control se basa en la aplicación de tratamientos antifúngicos en campo y, en las últimas campañas, en la autorización excepcional obtenida para la utilización del fungicida de poscosecha pirimetanil.

Otras enfermedades de poscosecha del caqui, en general de menor importancia comercial, pero que pueden causar pérdidas económicas en condiciones particulares son las podredumbres pedunculares,

entre las que destaca la causada por *Neopestalotiopsis clavispora*, las podredumbres gris y azul y la antracnosis.

Enfermedades de campo

La mancha foliar causada por *Plurivorosphaerella nawae*

Síntomas y daños

La mancha foliar del caqui fue descrita por primera vez en Japón y posteriormente en Corea del Sur. Estas zonas tienen inviernos relativamente fríos y veranos cálidos con elevada pluviometría. En España, la mancha foliar se detectó en 2008 en la provincia de Valencia, causando graves pérdidas económicas (Berbegal *et al.*, 2010). La aparición de la enfermedad en nuestro país supuso la primera cita en una región de clima semiárido.

En nuestras condiciones, los primeros síntomas de la mancha foliar suelen aparecer a finales de agosto y principios de septiembre, siendo más rápida la expresión de síntomas en las parcelas sometidas a una mayor presión de la enfermedad (Bassimba *et al.*, 2017).

Las lesiones en las hojas comienzan como áreas necróticas de color marrón claro, que van oscureciéndose en su zona perimetral (**foto 1**). En la variedad Rojo Brillante las hojas afectadas adquieren un aspecto clorótico amarillento mientras que en otras como Tonewase y



Foto 2. Defoliación anticipada y caída de frutos en árboles de caqui Rojo Brillante afectados por *Plurivorosphaerella nawae* (\equiv *Mycosphaerella nawae*).

Triumph (Sharon), evolucionan a una coloración rojiza. La severidad de los daños foliares aumenta progresivamente, en algunos casos de forma exponencial provocando la defoliación anticipada de los árboles en unos pocos días (**foto 2**). Aunque el patógeno no infecta directamente a los frutos, sufren una maduración y abscisión anticipada inducida por las lesiones de las hojas y la defoliación. La caída de frutos es mucho más intensa en las parcelas donde los síntomas foliares aparecen con mayor severidad y de forma temprana (Bassimba *et al.*, 2017).

Agente causal y epidemiología

La mancha foliar del caqui está causada por el hongo *Plurivorosphaerella nawae*,

anteriormente denominado *Mycosphaerella nawae*. Esta especie fúngica se reproduce mediante esporas sexuales (ascosporas), que se forman dentro de cuerpos fructíferos (pseudotecios) en la hojarasca que queda en el suelo tras la defoliación.

El proceso de maduración de las ascosporas está influido por la temperatura y la humedad. En estudios de laboratorio se ha demostrado que son necesarias temperaturas superiores a 10°C y al menos 1 mm de agua para la liberación de las ascosporas (Vicent *et al.*, 2011). En nuestras condiciones de clima semiárido, la liberación de las ascosporas se produce desde finales de marzo hasta mediados de julio, aunque la mayor parte se con-



Hernandorena

I+D en sistemas
de producción

www.hernandorena.com



Producimos tu plantón
Elige tu formato



C14: 1,5 L

C11: 1 L **NOVEDAD HD**

Estriada Sansan



RAÍZ DESNUDA



Foto 3. Plantas de caqui Rojo Brillante sobre *Diospyros lotus* afectadas por *Rosellinia necatrix*.

centra en los meses de abril y mayo (Vicent *et al.*, 2012).

Una vez liberadas, las ascosporas se diseminan mediante las corrientes de aire e infectan las hojas del caqui bajo condiciones adecuadas de temperatura y humedad. En nuestras zonas de cultivo, las infecciones se dan principalmente durante los meses de abril a junio. Aunque estas infecciones se producen en primavera, los síntomas de la mancha foliar no son visibles hasta finales de agosto o principios de septiembre.

En Corea se ha descrito también una reproducción de tipo asexual en forma de esporas (conidios) del género *Ramularia* (Kwon *et al.*, 1998). En nuestras condiciones no se han observado este tipo de conidios y las infecciones vienen determinadas por las ascosporas (Vicent *et al.*, 2012).

Control

En las parcelas afectadas es importante reducir el inóculo mediante la eliminación de la hojarasca. Para ello pueden emplearse diferentes técnicas, como la incorporación al suelo mediante laboreo, la incineración controlada o el compostaje. Las medidas de reducción de inóculo han de adoptarse de forma conjunta a nivel re-



Actualmente, la aplicación de fungicidas es indispensable para el control económico de la mancha foliar del caqui. Los fungicidas más utilizados para el control de la enfermedad pertenecen a los grupos de las estrobilurinas (Qol), triazoles y ditiocarbamatos.

gional, ya que las ascosporas pueden diseminarse fácilmente de unas parcelas a otras.

Se ha demostrado que con el riego por inundación (a manta) se liberan muchas más ascosporas de la hojarasca que con el riego localizado (goteo), pero se desconoce el impacto que esto puede tener sobre el desarrollo de la enfermedad (Vicent *et al.*, 2011).



Foto 4. Caqui Rojo Brillante de pie franco afectado por *Armillaria*.

Actualmente, la aplicación de fungicidas es indispensable para el control económico de la mancha foliar del caqui. Los fungicidas más utilizados para el control de la enfermedad pertenecen a los grupos de las estrobilurinas (Qol), triazoles y ditiocarbamatos.

El momento para realizar las aplicaciones fungicidas debe coincidir con la presencia de brotes susceptibles, ascosporas de *P. nawae* en el aire y condiciones ambientales favorables para la infección. La dinámica de estos tres factores es variable según la climatología de cada año.

A partir de los seguimientos epidemiológicos anuales realizados desde el año 2010 se ha desarrollado un sistema con el que es posible estimar la liberación de ascosporas de *P. nawae* en el aire con una a dos semanas de antelación. Esto facilita una programación adecuada de las aplicaciones fungicidas durante el período de infección (<http://gipcaqui.ivia.es/avisos-mycosphaerella>).

Enfermedades causadas por hongos del suelo

El hongo *Rosellinia necatrix* afecta tanto a plantones jóvenes como árboles adultos

de caqui. Este patógeno causa una pudrición muy característica de color negro en las raíces y la base del tronco, que en la mayoría de los casos provoca la muerte de las plantas afectadas (**foto 3**).

Se han detectado también parcelas de caqui fuertemente afectadas por el hongo *Armillaria*. Este patógeno provoca una pudrición blanca de las raíces, que en ocasiones puede afectar también a la parte basal del tronco (**foto 4**). Hasta la fecha solo se han detectado casos de *Armillaria* en árboles de pie franco (*D. kaki*), aparentemente muy susceptible a este patógeno.

Tanto *R. necatrix* como *Armillaria* son patógenos polífagos que afectan a la mayoría de las especies leñosas y su control presenta muchas dificultades. Aunque existe la posibilidad de aplicar una desinfección del suelo en preplantación, por ejemplo mediante solarización con o sin adición de materia orgánica, su actividad se limita únicamente a las capas superficiales del suelo. La desinfección del suelo presenta una cierta eficacia durante los primeros años de la plantación, pero los árboles acaban infectándose posteriormente cuando las raíces exploran horizontes más profundos. El control de estos hongos del suelo en frutales se basa principalmente en el empleo de portainjertos resistentes o tolerantes, aspecto que en el caqui está todavía en fase de desarrollo.

Enfermedades de poscosecha

La mancha negra causada por *Alternaria alternata*

Síntomas y daños

La mancha negra del caqui se describió por primera vez en España a partir del aumento de la producción y la prolongación de la conservación frigorífica de los cultivares Rojo Brillante en Valencia y Triumph en Huelva (Palou *et al.*, 2012).

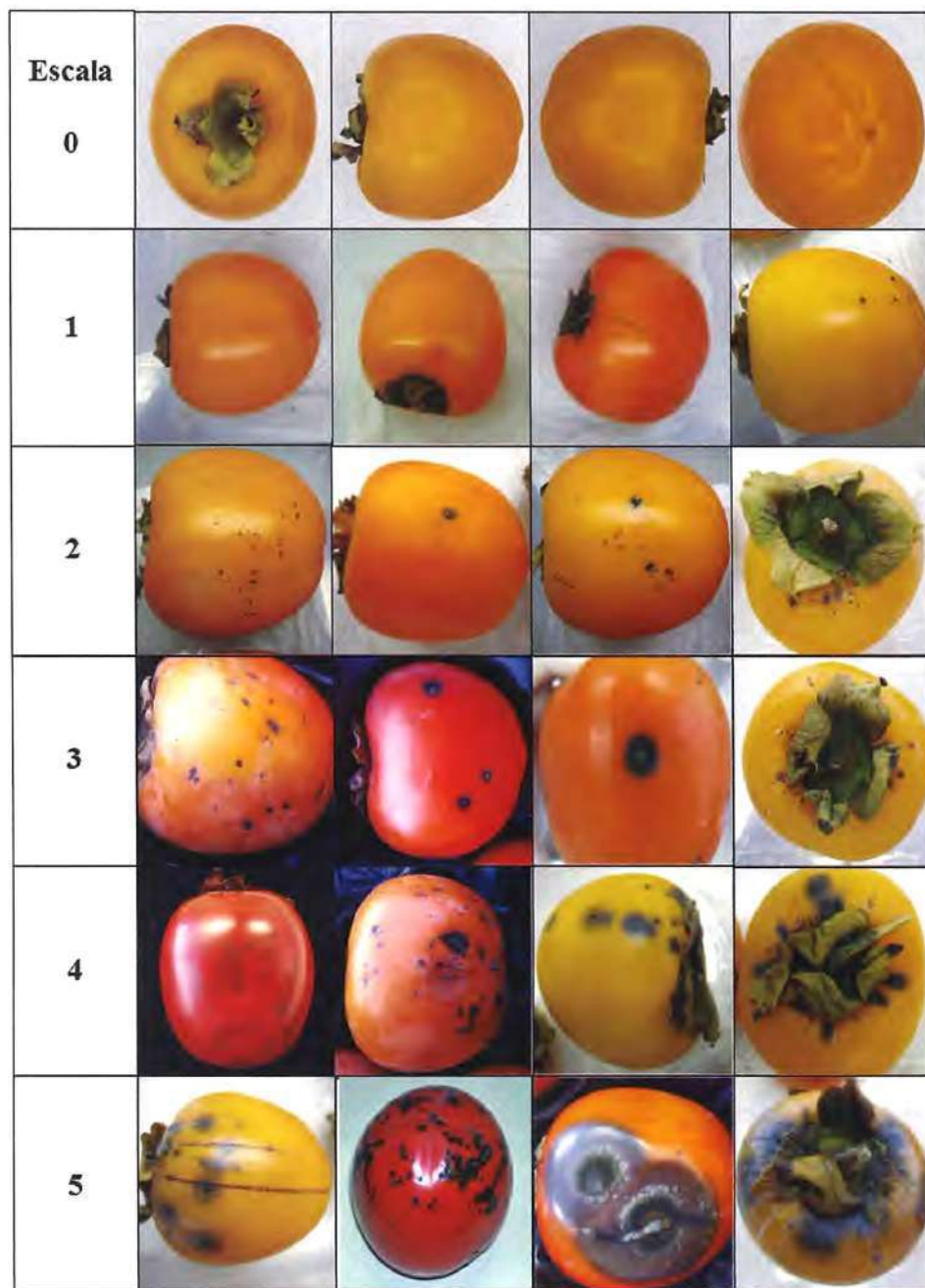


Foto 5. Escala cualitativa (0-5) para el índice de enfermedad de la mancha negra causada por *Alternaria alternata* en caqui Rojo Brillante.

Antes ya había sido descrita en zonas productoras como Israel, Corea del Sur o Turquía.

Los síntomas suelen observarse tras largos periodos (30-45 días) de conservación frigorífica (0-1°C, >90% HR) y consisten en manchas negras firmes o secas, de distintos tamaños y formas, presentes bajo el cáliz o en cualquier punto de la superficie de la piel del fruto.

Para la cuantificación de los síntomas, en el IVIA se ha desarrollado un índice de severidad de la enfermedad específico para la variedad Rojo Brillante, que establece una escala de 0 a 5 en función del tipo de síntoma y su severidad (**foto 5**; Palou *et al.*, 2015). Para los mercados de exportación, se considera que frutos con un índice igual o superior a 2 ya no son comerciales.



Foto 6. Síntomas de la podredumbre peduncular causada por *Neopestalotiopsis clavispora* (\equiv *Pestalotiopsis clavispora*) en caqui Rojo Brillante.



Foto 7. Podredumbre gris muy avanzada causada por *Botrytis cinerea* en caqui Rojo Brillante.

Agente causal y epidemiología

El patógeno causante de la mancha negra del caqui es *Alternaria alternata*. En condiciones de campo, *A. alternata* sobrevive y se desarrolla saprofiticamente en materia orgánica muerta, hojas, brotes y plantas adventicias durante prácticamente todo el ciclo del cultivo, desde la floración a la recolección (Palou *et al.*, 2016). Los conidios se diseminan fácilmente por acción del viento y la lluvia y, bajo condiciones adecuadas de temperatura y humedad, pueden producir dos tipos de infecciones en el fruto: infecciones latentes en frutos inmaduros en crecimiento e infecciones de herida en frutos próximos a la madurez comercial. Mientras que las primeras pueden producirse directamente a través de la cutícula de la epidermis en cualquier punto de la superficie del fruto y permanecen inactivas hasta después de la recolección, las segundas se producen mayoritariamente a través de heridas y microheridas localizadas en el cáliz, bajo los sépalos, y se ven favorecidas por lluvias o un riego y abonado excesivos en las últimas fases de crecimiento del fruto (Palou *et al.*, 2020).

Estudios en Israel indican que no se producen infecciones secundarias de *A. al-*



Al tratarse de una enfermedad de poscosecha causada mayoritariamente por infecciones que se producen en el campo, el control debe abordarse mediante la aplicación de tratamientos antifúngicos o inductores de resistencia tanto en campo como en poscosecha.

ternata en las centrales frutícolas (Prusky *et al.*, 1981). En poscosecha, las infecciones de campo de los dos tipos se desarrollan muy lentamente puesto que se trata de un patógeno débil, poco agresivo, pero que puede crecer incluso a temperaturas próximas a los 0°C. Por tanto, los síntomas aparecen sobre todo des-

pues de períodos de conservación excesivamente prolongados o en frutos blandos o deshidratados, ya sea por senescencia natural o debido a la pérdida de firmeza causada por los daños por frío (Palou *et al.*, 2020). Al finalizar la conservación frigorífica es muy importante que el periodo de comercialización de la fruta sea lo más corto posible.

Control

Al tratarse de una enfermedad de poscosecha causada mayoritariamente por infecciones que se producen en el campo, el control debe abordarse mediante la aplicación de tratamientos antifúngicos o inductores de resistencia tanto en campo como en poscosecha. Estudios realizados en Israel indican que tratamientos en campo con ácido giberélico (GA3) o con la citoquinina CPPU pueden inducir resistencia en el fruto y reducir la incidencia de la enfermedad (Kobiler *et al.*, 2011).

Actualmente, en España solo se dispone de un fungicida de poscosecha para el



Foto 8. Podredumbre azul causada por *Penicillium expansum* en caqui Rojo Brillante.

control de la mancha negra del caqui. Se trata de un producto comercial fumígeno a base de la materia activa pirimetanil (Deccopyr POT, 30% p/p), con un límite máximo de residuos (LMR) en caqui de 15 ppm y que no precisa de plazo de seguridad. En 2017 obtuvo por primera vez la autorización excepcional de la Dirección General de Sanidad de la Producción Agraria para su aplicación durante un periodo de 120 días (de noviembre a febrero).

Podredumbres pedunculares

En estudios etiológicos realizados por el IVIA con caqui Rojo Brillante de la zona de Valencia (Palou et al., 2013, 2015) se identificaron varias especies fúngicas causantes de podredumbres negras secas, que se inician debajo del cáliz y se extienden por toda la zona peduncular de fruto. Entre ellas, la más importante es la causada por *Neopestalotiopsis clavispora*, denominada anteriormente *Pestalotiopsis clavispora*, cuyos síntomas son lesiones de color negro en las que puede desarrollarse un micelio fúngico algodonoso de color blanco (foto 6). Otras son las causadas por *Lasiodiplo-*

dia theobromae, *Neofusicoccum mediterraneum* y *Neofusicoccum luteum*.

Se trata de enfermedades que se inician en campo, mayoritariamente a partir de infecciones latentes. Aunque actualmente su incidencia es relativamente baja, quizás se encuentre minorizada por el hecho de que en algunos casos sus síntomas iniciales pueden confundirse

con los de lesiones de mancha negra causadas por *A. alternata* en la zona peduncular del fruto.

Otras podredumbres de poscosecha

Otras enfermedades de poscosecha del caqui, en general de poca importancia comercial, pero que sí pueden causar pérdidas económicas en partidas de fruta o condiciones particulares son las siguientes (Palou et al., 2015, 2020):

- Podredumbre gris, causada por *Botrytis cinerea*, que puede producir nidos de podrido muy blando, especialmente en frutos conservados en frío durante periodos prolongados (foto 7).
- Antracnosis, causada por *Colletotrichum gloeosporioides*, patógeno latente que produce lesiones firmes de color marrón oscuro a negro en las que pueden formarse acérvulos con masas de conidios de color salmón.
- Podredumbre azul, causada por *Penicillium expansum* (foto 8), patógeno de herida estricto muy agresivo que produce gran cantidad de conidios muy pequeños que se disemi-

nan fácilmente por el aire, contaminando el ambiente y las superficies en líneas de confección y cámaras frigoríficas y de desastringencia de los almacenes.

- Otras podredumbres menores causadas por *Rhizopus stolonifer* y *Cladosporium* spp. ■

BIBLIOGRAFÍA

- Bassimba, D. D. M., Mira, J. L., Sedano, M. E., Vicent, A. 2017. Control and yield loss modelling of circular leaf spot of persimmon caused by *Mycosphaerella nawae*. Ann. Appl. Biol. 170:391-404.
- Berbegal, M., Pérez-Sierra, A., Armengol, J., Park, C.S., García-Jiménez, J. 2010. First report of circular leaf spot of persimmon caused by *Mycosphaerella nawae* in Spain. Plant Dis. 94:374.
- Kobiler, I., Akerman, M., Huberman, L., Prusky, D. 2011. Integration of pre- and postharvest treatments for the control of black spot caused by *Alternaria alternata* in stored persimmon fruit. Postharvest Biol. Technol. 59:166-171.
- Kwon, J., Kang, S., Park, C., Kim, H. 1998. Identification of the imperfect stage of *Mycosphaerella nawae* causing circular leaf spot of persimmon in Korea. Korean J. Plant Pathol. 14:397-401.
- Palou, L., Kinay-Teksur, P., Cao, S., Karaoglanidis, G., Vicent, A. 2020. Pomegranate, persimmon, and loquat. En: Palou, L., Smilanick, J.L. (Eds.), Postharvest Pathology of Fresh Horticultural Produce, Capítulo 5. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL, EE UU. pp. 187-225.
- Palou, L., Montesinos-Herrero, C., Besada, C., Taberner, V. 2013. Postharvest fruit rot of persimmon (*Diospyros kaki*) in Spain caused by *Lasiodiplodia theobromae* and *Neofusicoccum* spp. J. Phytopathol. 161:625-631.
- Palou, L., Montesinos-Herrero, C., Tarazona, I., Besada, C., Taberner, V. 2015. Incidence and etiology of postharvest fungal diseases of persimmon (*Diospyros kaki* Thunb. cv. Rojo Brillante) in Spain. Plant Dis. 99:1416-1425.
- Palou, L., Taberner, V., Guardado, A., Montesinos-Herrero, C. 2012. First report of *Alternaria alternata* causing postharvest black spot of persimmon in Spain. Australas. Plant Dis. Notes 7:41-42.
- Palou, L., Taberner, V., Mira, J.L., Vicent, A. 2016. Assessment of latent infections of *Alternaria alternata* in fruit of persimmon cv. Rojo Brillante cultivated in the Valencia area (Spain). Libro de Resúmenes VI International Symposium on Persimmon. 16-20 octubre 2016, Valencia. p. 55.
- Prusky, D., Ben-Arie, R., Guelfat-Reich, S. 1981. Etiology and histology of *Alternaria* rot of persimmon fruits. Phytopathology 71:1124-1128.
- Vicent, A., Bassimba, D.D.M., Intrigliolo, D. 2011. Effects of temperature, water regime and irrigation system on the release of ascospores of *Mycosphaerella nawae*, causal agent of circular leaf spot of persimmon. Plant Pathol. 60:890-898.
- Vicent, A., Bassimba, D.D.M., Hinarejos, C., Mira, J.L. 2012. Inoculum and disease dynamics of circular leaf spot of persimmon caused by *Mycosphaerella nawae* under semi-arid conditions. Eur. J. Plant Pathol. 134:289-299.